

初めて訪れる海岸の調査法 —Singaporeの海岸の例—

宇多高明* 石川仁憲**

1. はじめに

2009年10月14日からSingaporeにおいて第5回 APAC (Asian and Pacific Coasts)の国際会議が開かれた。会議終了日の10月16日の午後、Singaporeの国際空港であるChangi空港と中心市街地を結ぶ高速道路の外縁部に造られた海浜公園 (East coast park) の調査を行った。この調査では、海浜公園で整備の進められたヘッドランド (HL) と養浜状況を観察した。図-1はGoogleの検索画像を示すが、HLに挟まれた海浜はほぼ安定で何も問題が起きていないように見える。したがって現地を訪れるまでこの海岸では漂砂は活発でなく、侵食は起きていないと思われた。しかし実際に現地を訪れると、Google画像から得られる印象とは大きくずれていた。Googleによれば世界中のいずれの海岸の画像も見ることができるが、このような食い違いが起こる理由を考えることは、初めて訪れる海岸の調査レベルの向上に役立つと考えられる。そこで、本稿ではSingaporeの海岸を例として取り上げ、短時間の現地踏査により漂砂特性を理解し、侵食原因を現地で特定する手法を明らかにする。このように現地調査により海岸状況を即座に認識する方法は、海外のみならずわが国の海岸調査においても有効と思われる。

2. East coast parkの概況

Singaporeは北緯2度付近に位置する島にあり、南12kmにあるPulau Batam島を挟んでSingapore海峡に面している。海峡の東側は南シナ海に、西側はマラッカ海峡へと続く。この地域における潮位偏差は3.4mと大きい。図-1はGoogleによる調査区域の画像である。この区域には東端のheadland (HL) から、その西に8基のHL (A~H) が並んでいる。HLの間隔はA, B, Cでは100mであるが、C~Hでは平均200mと間隔が広がる。海岸線の形状はこれらのHLを境として緩やかに湾曲しているが、少なくともA~C

間の汀線は左右対称であり、いずれかの方向に偏った形状ではない。このことから、この海岸では沿岸漂砂はあまり顕著ではなく、養浜時の海浜がそのまま残されていると推定された。

3. 現地踏査の結果

3.1 海浜東部の踏査

Changi飛行場と中心市街地を結ぶ高速道路の南側には細長い海浜公園 (East coast park) が造られている。この海浜公園ではヘッドランド (HL) を配置した上、HL間に粉碎した花崗岩砂を敷くことによる養浜が行われている。まず海浜東端に降り立ち、東端にあるHL上から西側海浜を望んだのが写真-1である。海岸線には少なくとも3基のHL (以下、HLを東側から西側へとA, B, . . . , Hと呼ぶ) が遠望できる。この海岸線に沿って西向きに歩きながら海岸状況を観察した。

写真-1に示すように、このHLのすぐ西には不透過の導流堤が伸びている。導流堤間から排水が流れ込んでいるが、この流れが沿岸漂砂を遮る効果を発揮し、東西の汀線に段差ができ東側の汀線が後退している。これより当海岸では東向き (写真では手前方向) への沿岸漂砂が卓越するとまず推定された。また前浜勾配は1/10程度とかなり急であり、砂移動は汀線に沿う水深の小さい区域に集中していると見られた。

沿岸漂砂の卓越方向を調べるのに役立つのは河口内における砂の堆積状況である。沿岸漂砂が卓越すればいずれか一方から砂が入り込むため、片側で砂の堆積が目立つからである。そこで導流堤間を観察したところ河口には西側から砂が侵入しており (写真-2)、東向きの沿岸漂砂の卓越が確かとの印象を持った。しかし季節変動の可能性もあるため、この段階では卓越方向の断定までには至らない。

同じ導流堤の右岸上からHL群を遠望するとA, B, Cが階段状に連なり、その間にきれいな砂浜が続く (写真-3)。また背後の椰子の木を始めとする熱帯の樹木と砂浜がよく調和した景観を形づ



図-1 Singaporeの海岸調査区域 (East coast park)



写真-1 海浜東端にあるHL上から西側海浜を望む



写真-3 右岸導流堤上からHL群を遠望



写真-2 導流堤間における堆砂状況



写真-4 HLA, B間から振り返るようにしてHLAを撮影

くっている。海浜を西に進み、A, B間から振り返るようにしてAを撮影したのが写真-4である。前浜の陸側端には満潮時の波の遡上線 (HWL) が見え、植生限界はちょうどこの線と一致していることが見て取れる。この遡上線の高さを基準にすると、A背後のトンボロの高さはHLへと次第に低下している。

海浜中央付近の満潮時汀線からCを望んだのが写真-5であり、砂浜背後の平坦地は公園へと連続的に繋がっている。公園と海浜地とはその天端高

が周辺地盤とほぼ同じ高さの護岸で仕切られているのみであり (写真-6)、公園と海浜とは一体的な繋がりを有している。

Cと背後のトンボロを望んだのが写真-7である。満潮時の水位はHL側面の色の違いで判読できる。HLA (写真-4) では、黒い部分と白い部分の高さがほぼ等しいのに対し、Cでは黒い部分の占める高さが高いことから、Cは天端高が低いことがわかる。さらにCから西側海浜を望むと写真-8のようであり、フック状のきれいな海岸線が伸びる。

土研センター



写真-5 海浜中央付近の満潮時汀線からHLCを望む



写真-8 HLCから西側海浜を望む



写真-6 公園と海浜地とを分ける護岸



写真-9 HLDの東側隣接部に形成された0.5mの浜崖



写真-7 HLCと背後のトンボロを望む



写真-10 HLD上より西側を望む

ここまで観察すると、この公園における海浜造成はうまくいっており、この辺で踏査を打ち切ってもよいように思われる。しかし最初に観察されたように、当海岸では東向きに沿岸漂砂が卓越するとの推定を考えると、漂砂の上手端に近づくと侵食による問題が発生している可能性が高くなるので、ここで踏査を切り上げることはできない。

3.2 海浜西部の踏査

Cから西に伸びたポケットビーチの汀線に沿っ

て歩きDの近傍に達すると、その東側隣接部では高さ約0.5mの浜崖形成が観察された（写真-9）。Dの東側直近における浜崖形成は、河口導流堤間での砂の堆積状況から推定された東向きに沿岸漂砂の卓越の推定結果と調和的であって、侵食は背後のモクマオウ林を脅かしつつある。ただここまでに得られた特徴のみでは、波の入射方向の変動による一時的な東向きに沿岸漂砂の卓越で侵食が起きたとの推定も可能ではある。これを確かめるため



写真-11 排水路Fの東側隣接部での著しい侵食痕跡



写真-12 H東側端部での浜崖形成と破壊された土嚢袋

にさらに上手側海岸の踏査が必要となった。

D上より西側を望んだのが写真-10である。DとEの間には再び長い汀線が形成されており、西端はEで区切られている。Eを通過しなおも西側へ進むと、その西側には都市河川の排水路(F)が伸びている。この排水路は不透過性であるために沿岸漂砂を完全に阻止している。写真-11は、排水路Fの東側隣接部をF上から眺めたものであるが、干潮時汀線付近が著しく侵食され大きな礫が多数露出しており、間違いなく侵食が問題になっていることが確認できる。写真-11を観察するに至って侵食が単なる波向の季節変動起源によるものではなく、恒常的要因、すなわち東向き卓越沿岸漂砂の阻止に起因しているとの結論に達した。

図-1に示すGを通過し、Hに東側から接近すると、写真-12の状況が見られた。Hの東側端部では比高約2mに達する浜崖が形成され、土嚢袋が多数破壊されて散乱しており、放置できないほどに侵食が進んでいたのである。Fの西側に位置するHでは侵食が激化していることが明らかであり、ここに至って東向きの卓越漂砂がHLなどによっ

て切られているために、海岸西部（沿岸漂砂の上手側）ほどHLの東側隣接部では侵食が著しく、現況で放置できないほどに侵食が進んできたことが間違いないことが明らかになった。

4. まとめ

Google画像と本報で述べた手法を併用すれば、対象海岸における沿岸漂砂の卓越方向や、その海岸の侵食に関する課題を即座に明らかにすることができる。構造物を挟んだ左右の汀線形状の相違を観察し、構造物の片側のみで浜崖が形成され、しかも大量の植物の根が露出し、あるいは護岸が破壊されている状況が観察されれば、構造物から浜崖形成側へと沿岸漂砂が卓越すると判断できる。また写真-2に示したように、河口の片側に河口砂州が形成されておれば砂の入り込んだ側から反対方向への沿岸漂砂の卓越を見て取れる。さらに海岸のどこか一箇所でこのような特性が見られた場合、同様な現象が場所的に何度も繰り返されるのが沿岸漂砂の阻止に伴う侵食の特徴である。このような踏査によりいったん沿岸漂砂の卓越方向が理解されたならば、その海岸において沿岸漂砂の上手側へ移動すれば移動するほど侵食が顕在化し、浜崖の形成が著しいものであることが理解されよう。また本報で述べた現地踏査法とGoogle画像の判読を併用すれば、Google画像の判読のみにより誤った判断に至ることを防止できる。ここではGoogle画像の判読と現地踏査を組み合わせた調査法について述べたが、通常の中空写真と現地踏査の併用¹⁾が有効なことも全く同様である。

参考文献

- 1) 宇多高明、三波俊郎、石川仁憲：海岸を歩いて侵食原因を探る、土木技術資料、第51巻、第1号、pp.66～69、2009

宇多高明*



財団法人土木研究センター
常務理事 なぎさ総合研究室長、工学博士
Dr.Takaaki UDA

石川仁憲**



財団法人土木研究センター
なぎさ総合研究室 主任研究員
Toshinori ISHIKAWA